



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**
(10) **DE 197 25 317 A 1**

(51) Int. Cl. 6:
H 01 F 7/18
F 16 K 31/06

(71) Anmelder:
Vickers Systems Zweigniederlassung der Trinova
GmbH, 61273 Wehrheim, DE

(74) Vertreter:
Gleiss & Große, Patentanwaltskanzlei, 70469
Stuttgart

(72) Erfinder:
Lauer, Peter, Dr., 61381 Friedrichsdorf, DE; Raabe,
Wolfgang, 61130 Nidderau, DE

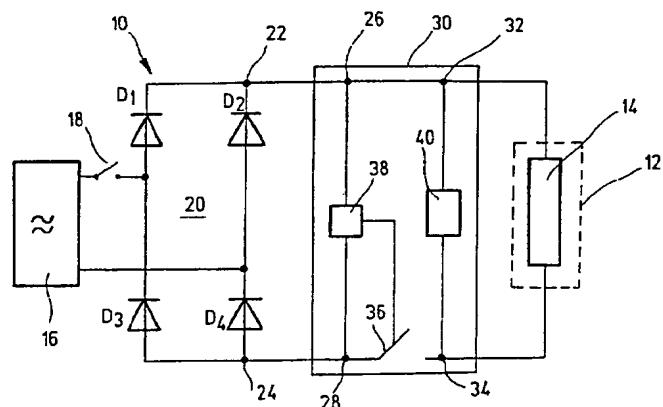
(55) Entgegenhaltungen:
DE-AS 12 67 340
DE 1 95 19 757 A1
DE 43 07 878 A1
DE 43 00 882 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Schaltungsanordnung zur Ansteuerung eines mit Gleichspannung betätigbaren Magnetventiles

(55) Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Ansteuerung eines mit Gleichspannung betätigbaren Magnetventils, wobei das Magnetventil über eine Gleichrichterschaltung mit einer Wechselspannungsquelle verbindbar ist, und einem Wechselspannungsquelle mit der Gleichrichterschaltung verbindenden beziehungsweise trennenden Schaltmittel.
Es ist vorgesehen, daß zwischen der Gleichrichterschaltung (20) und einem elektromagnetischen Betätigungsmittel (14) des Magnetventils (12) eine Steuerschaltung (30) geschaltet ist, die bei Abschaltung der Wechselspannungsquelle (16) die Gleichrichterschaltung (20) von dem Betätigungsmittel (14) trennt und in Abhängigkeit einer Abschalt-Induktionsspannung des Betätigungsmittels (14) dieses kurzschließt.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Ansteuerung eines mit Gleichspannung betätigbaren Magnetventiles mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Merkmalen.

Stand der Technik

Schaltungsanordnungen der gattungsgemäßen Art sind bekannt. So werden beispielsweise bei Hydraulik- oder Pneumatikanwendungen Schaltventile eingesetzt, deren Betätigungsmitte ein mit Gleichspannung verbindbarer Elektromagnet ist. Durch Beaufschlagen des Elektromagneten mit der Gleichspannung wird das sich aufbauende Magnetfeld zum Ausführen einer Schalthandlung genutzt. Bei Abschalten der Versorgungsspannung fällt der Elektromagnet ab, so daß die Schalthandlung rückgängig machbar ist. Mit Gleichspannung betreibbare Elektromagnete bieten gegenüber mit Wechselspannung betreibbaren Elektromagneten den Vorteil, daß ein einfacher Aufbau, beispielsweise durch Wegfall eines Kurzschlußringes, möglich ist. Da jedoch üblicherweise an möglichen Anwendungsorten als Versorgungsspannung eine Wechselspannung zur Verfügung steht, ist bekannt, die Magnetventile mit einer Gleichrichterschaltung zu versehen, die die anliegende Wechselspannung zum Betreiben des Magnetventiles gleichrichtet.

Beim Abschalten des Elektromagneten wird ein Induktionsstrom induziert, der über die Gleichrichterschaltung abgebaut wird. Da die Gleichrichterschaltung nur einen geringen Spannungsabfall verursacht, ist der Zeitraum, innerhalb dem eine Restmagnetisierung des Elektromagneten vorhanden ist, relativ lang. Hierdurch verzögert sich ein Abfallen des Magnetventiles nach dem tatsächlichen Abschaltzeitpunkt, da eine Anzugskraft des Elektromagneten in etwa proportional einem durch den Elektromagneten fließenden Strom ist, so daß ein exaktes Schaltverhalten der Magnetventile beeinträchtigt ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung der gattungsgemäßen Art anzugeben, die einfach aufgebaut ist und mittels der eine Schaltcharakteristik eines Magnetventiles optimierbar ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einer Schaltungsanordnung mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen gelöst. Dadurch, daß zwischen der Gleichrichterschaltung und einem elektromagnetischen Betätigungsmitte des Magnetventiles eine Steuerschaltung geschaltet ist, die bei Abschaltung der Wechselspannungsquelle die Gleichrichterschaltung von dem Betätigungsmitte trennt und in Abhängigkeit einer Abschalt-Induktionsspannung des Betätigungsmitte dieser über einen spannungsabhängigen Widerstand kurzschließt, ist vorteilhaft möglich, die im elektromagnetischen Betätigungsmitte gespeicherte Energie nach Abschalten der Wechselspannungsversorgung innerhalb kürzester Zeit abzubauen, so daß die Zeit zwischen dem Abschalten der Wechselspannungsversorgung und dem Abfallen des Magnetventiles drastisch reduziert wird. Durch die hiermit verbundene Verbesserung der Schaltcharakteristik lassen sich Schalthandlungen mittels der die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung aufweisenden Magnetventile sehr exakt, das heißt, sehr zeitgenau ausführen. Durch die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung lassen sich mit Gleichspannung betätigbare Magnetventile in einfacher Weise in Systemen mit Wechselspannungsversorgung integrieren, ohne daß aufwendige Anpassungen notwendig sind.

Durch die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung wird es möglich, mit Gleichspannung betätigbare Elektromagnete in Magnetventilen einzusetzen, um Schaltcharakteri-

stiken zu erreichen, die ansonsten nur von den kostenintensiven, mit Wechselspannung betätigbaren Elektromagneten erzielbar sind.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

Zeichnungen

Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispiele 10 anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 und **2** verschiedene Ausführungsvarianten einer Schaltungsanordnung zur Ansteuerung eines Magnetventiles;

Fig. 3 eine konkrete Schaltung eines Schaltmittels der Schaltungsanordnung gemäß **Fig. 1** und

Fig. 4 bis **6** Spannungs- und Stromverläufe der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt eine Schaltungsanordnung **10** zur Ansteuerung eines Magnetventiles **12**. Das Magnetventil **12** umfaßt einen Gleichstrommagneten **14**, der ein Betätigungsmitte des Magnetventiles **12** bildet. Der Gleichstrommagnete **14** ist über eine Wechselspannungsquelle **16** mit einer Versorgungsspannung beaufschlagbar. Die Wechselspannungsquelle **16** ist mittels eines Schaltmittels **18** zu- beziehungsweise abschaltbar. Zur Gleichrichtung der von der Wechselspannungsquelle **16** gelieferten Wechselspannung ist eine Gleichrichterschaltung **20** von in Brückenschaltung geschalteten Dioden **D₁**, **D₂**, **D₃** und **D₄** vorgesehen. Ausgänge **22** beziehungsweise **24** der Gleichrichterschaltung **20** sind mit Eingängen **26** beziehungsweise **28** einer Steuerschaltung **30** verbunden, deren Ausgänge **32** beziehungsweise **34** mit dem Gleichstrommagneten **14** verbunden sind.

Die Steuerschaltung **30** umfaßt ein Schaltmittel **36**, das einerseits mit dem Eingang **28** und andererseits mit dem Ausgang **34** verbunden ist. Das Schaltmittel **36** ist über eine Steuereinheit **38** ansteuerbar, die zwischen den Eingängen **26** und **28** geschaltet ist. Ferner ist ein spannungsabhängiger Widerstand **40** zwischen den Ausgängen **32** und **34** der Steuerschaltung **30** geschaltet.

Die in **Fig. 1** gezeigte Schaltungsanordnung **10** übt folgenden Funktion aus:

Es wird davon ausgegangen, daß das Magnetventil **12** Bestandteil einer pneumatischen oder hydraulischen Anwendung ist, wobei mittels des Magnetventiles **12** eine pneumatische oder hydraulische Verbindungsleitung beispielsweise geschlossen oder geöffnet werden soll. Soll das Magnetventil **12** schalten, wird über ein entsprechendes Steuersignal das Schaltmittel **18** geschlossen, so daß die Wechselspannungsquelle **16** mit der Gleichrichterschaltung **20** verbunden ist. Dieser, an sich bekannte Brücken-Gleichrichter liefert eine Gleichspannung, die an den Eingängen **26** und **28** der Steuerschaltung **30** anliegt. Über die Steuereinheit **38** wird das Anliegen der Gleichspannung detektiert, so daß das Schaltmittel **36** geschlossen ist. Hierdurch liegt die Gleichspannung an den Ausgängen **32** und **34** der Schaltungsanordnung **30** und somit am Gleichstrommagneten **14** des Magnetventiles **12** an. Entsprechend dem hierdurch aufgebauten Magnetfeldes wirkt dieses als Betätigungsmitte für das Magnetventil **12**. Der spannungsabhängige Widerstand **40**, der beispielsweise als Varistor ausgebildet ist, besitzt eine Schwellspannung, die über der Betriebsspannung des Gleichstrommagneten **14** liegt. Hierdurch ist dieser im Normalbetrieb hochohmig.

Soll das Magnetventil **12** seinen Schaltzustand ändern, er-

folgt über eine entsprechende Signalisierung ein Öffnen des Schaltmittels 18, so daß die Wechselspannungsquelle 16 von der Gleichrichterschaltung 20 getrennt ist. Über die Steuereinheit 38 wird erkannt, daß zwischen den Eingängen 26 und 28 der Steuerschaltung 30 und somit zwischen den Ausgängen 22 und 24 der Gleichrichterschaltung 20 keine Gleichspannung mehr anliegt. Die Steuereinheit 38 ist so ausgelegt, daß in diesem Fall das Schaltmittel 36 die Verbindung zwischen dem Eingang 28 und Ausgang 34 der Steuerschaltung 30 öffnet. Der Gleichstrommagnet 14 ist somit über den spannungsabhängigen Widerstand 40 kurzgeschlossen.

Bekanntermaßen tritt beim Abschalten eines Gleichstrommagneten 14 infolge des Abbaus einer gespeicherten magnetischen Energie ein Abschalt-Induktionsstrom auf, der zum Entstehen einer Induktionsspannung führt. Diese Induktionsspannung liegt über der Schwellspannung des spannungsabhängigen Widerstandes, so daß dieser niederohmig wird. Hierdurch ergibt sich quasi ein Kurzschluß des Gleichstrommagneten 14. Die in dem Gleichstrommagneten 14 gespeicherte magnetische Energie kann über eine hohe Induktionsspannung somit schnell abgebaut werden. Dies hat den Vorteil, daß innerhalb kürzester Zeit das magnetische Feld des Gleichstrommagneten 14 abgebaut ist, so daß das Magnetventil 12 nach Öffnen des Schaltmittels 18 sehr schnell seine Schaltstellung ändert.

Die Versorgungsspannung U der Wechselspannungsquelle 16 kann beispielsweise 230 V bei 50 Hz oder 110 V bei 60 Hz betragen. Die Schaltschwelle des spannungsabhängigen Widerstandes 40 liegt über der Versorgungsspannung und beträgt beispielsweise 300 V.

In Fig. 2 ist die Schaltungsanordnung 10 in einer weiteren Ausführungsvariante gezeigt, wobei gleiche Teile wie in Fig. 1 mit gleichen Bezeichnungen versehen und nicht nochmals erläutert sind.

Gemäß der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsvariante ist das Schaltmittel 36 von dem spannungsabhängigen Widerstand 40 überbrückt. Die übrigen Bestandteile der Schaltungsanordnung 10 sind gegenüber dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel unverändert. Auch durch diese Anordnung wird erreicht, daß im Abschaltfalle des Gleichstrommagneten 14 eine sehr hohe Abschalt-Induktionsspannung über den spannungsabhängigen Widerstand 40 abfallen kann, so daß das Magnetfeld des Gleichstrommagneten 14 sehr schnell abgebaut ist. Der Abschalt-Induktionsstrom fließt in diesem Fall auch über die Gleichrichterschaltung, jedoch tritt der sehr viel größere Spannungsabfall, der zum schnellen Abbau des magnetischen Feldes führt, über den Widerstand 40 auf.

In der Fig. 3 ist eine konkrete Schaltungsvariante der Steuerschaltung 30 gemäß Fig. 1 gezeigt. Das Schaltelement 36 ist als MOSFET-Transistor ausgebildet, dessen Gateanschluß mit einem Knotenpunkt K₁ verbunden ist, der einerseits über einen Widerstand R₁ mit dem Eingang 26 und andererseits über eine Überspannungsdiode 42 mit dem Eingang 28 verbunden ist. Der spannungsabhängige Widerstand 40 ist von einer Überspannungsdiode 44 und einer Diode 46 realisiert, deren Kathode mit der Überspannungsdiode 44 und deren Anode mit dem Ausgang 34 der Steuerschaltung 30 verbunden ist.

Bei eingeschaltetem Schaltmittel 18 liegt am Knoten K₁ und somit am Gate des MOSFET 36 die von der Gleichrichterspannung 20 bereitgestellte Spannung an. Hierdurch wird der MOSFET 36 durchgesteuert, und der Eingang 28 ist mit dem Ausgang 34 der Schaltungsanordnung 30 verbunden. Die Überspannungsdioden 42 und 44 sind jeweils gesperrt.

Nach Öffnen des Schaltmittels 18 fließt der, anhand der Fig. 1 und 2 bereits erläuterte, Abschalt-Induktionsstrom

des Gleichstrommagneten 14. Die hieraus resultierende Induktionsspannung liegt über der Schwellspannung der Überspannungsdioden 42 beziehungsweise 44, so daß diese leitend werden. Die Gate-Source-Spannung des MOSFET 36 wird hierdurch auf Null gezogen, so daß der MOSFET 36 öffnet. Der mit den Ausgängen 32 und 34 der Steuerschaltung 30 verbundene Gleichstrommagnet 14 ist somit über die Überspannungsdiode 44 und die Diode 46 kurzgeschlossen, so daß ein hoher Abschalt-Induktionsstrom fließen kann, der zum schnellen Abbau des Magnetfeldes und somit zum schnellen Schalten des Magnetventiles 12 führt.

Anhand der Fig. 4, 5 und 6 soll die Schaltcharakteristik der Schaltungsanordnung 10 verdeutlicht werden. In Fig. 4 ist der Wechselspannungsverlauf der Wechselspannungsquelle 16 gezeigt, während in Fig. 6 der Induktionsstrom I des Gleichstrommagneten 14 dargestellt ist. Zum Vergleich ist in Fig. 5 der Verlauf des Induktionsstromes I beim Stand der Technik, das heißt, ohne die Steuerschaltung 30 gezeigt. Die Welligkeit des Induktionsstromes I ergibt sich aus der Restwelligkeit der gleichgerichteten Wechselspannung der Wechselspannungsquelle 16 über die Gleichrichterschaltung 20.

Zum Zeitpunkt t₁ erfolgt das Öffnen des Schaltmittels 18 (Fig. 1). Hierdurch wird die Versorgungsspannung U gemäß Fig. 4 abgeschaltet. Aufgrund der gespeicherten magnetischen Energie im Gleichstrommagneten 14 stellt sich der Abschalt-Induktionsstrom I ein, der – wie Fig. 6 verdeutlicht – bis zum Zeitpunkt t₂ auf einen vernachlässigbaren Wert nahe Null abfällt. Die Zeitspanne t₂–t₁ beträgt beispielsweise 10 ms. Dieser große Gradient des Abschalt-Induktionsstromes I wird durch das anhand der vorhergehenden Figuren erläuterte Kurzschließen des Gleichstrommagneten 14 über die Steuerschaltung 30 realisiert. Anhand eines Vergleiches mit der in Fig. 5 gezeigten Kennlinie des Abschalt-Induktionsstromes I ohne die Steuerschaltung 30 wird deutlich, daß dort die Induktionsspannung über die Gleichrichterschaltung 20 im Verhältnis langsam abfällt, so daß ein im Verhältnis kleiner Gradient des Abschalt-Induktionsstromes I gegeben ist. Der Abschalt-Induktionsstrom I erreicht hier erst einen vernachlässigbaren Wert zum Zeitpunkt t₃. Die Zeitspanne t₃–t₁ beträgt beispielsweise 40 ms. Es wird also deutlich, daß mittels der Steuerschaltung 30 ein um circa den Faktor 4 schnelleres Absinken des Abschalt-Induktionsstromes I erreicht wird. Entsprechend schneller wird das Magnetfeld des Gleichstrommagneten 14 abgebaut, so daß das Magnetventil 12 um diesen Faktor schneller seinen Schaltzustand ändert.

So ist mit einfachen Mitteln eine Optimierung der Schaltcharakteristik des Magnetventiles 12 erreichbar. Die Elektronik der Schaltungsanordnung 10 kann sehr vorteilhaft in ein Gehäuse des Magnetventiles 12 integriert sein. Somit ist ein standardisiertes Magnetventil 12, das mit Gleichspannung betätigbar ist, ohne zusätzlichen Aufwand in Wechselspannungsanwendungen einsetzbar.

Patentansprüche

- Schaltungsanordnung zur Ansteuerung eines mit Gleichspannung betätigbaren Magnetventiles, wobei das Magnetventil über eine Gleichrichterschaltung mit einer Wechselspannungsquelle verbindbar ist, und einem die Wechselspannungsquelle mit der Gleichrichterschaltung verbindenden beziehungsweise trennenden Schaltmittel, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Gleichrichterschaltung (20) und einem elektromagnetischen Betätigungsmittel (14) des Magnetventiles (12) eine Steuerschaltung (30) geschaltet ist, die bei Abschaltung der Wechselspannungsquelle (16)

die Gleichrichterschaltung (20) von dem Betätigungs-
mittel (14) trennt und in Abhängigkeit einer Abschalt-
Induktionsspannung des Betätigungsmittels (14) dieses
kurzschließt.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch 5
gekennzeichnet, daß die Steuerschaltung (30) ein
Schaltmittel (36) aufweist, das einerseits mit der
Gleichrichterschaltung (20) und andererseits mit dem
Betätigungsmittel (14) verbunden ist.

3. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehen- 10
den Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das
Schaltmittel (36) über eine Steuereinheit (38) ansteuer-
bar ist, die mit Ausgängen (22, 24) der Gleichrichter-
schaltung (20) verbunden ist, und die eine Abschaltung
der Wechselspannungsquelle (16) detektiert. 15

4. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehen-
den Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das
Schaltmittel (36) ein MOSFET-Transistor oder bipola-
rer Transistor ist.

5. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehen- 20
den Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Betä-
tigungsmittel (14) ein Gleichstrommagnet ist, dem ein
spannungsabhängig seinen Widerstandswert änderndes
Bauelement parallel geschaltet ist.

6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, dadurch 25
gekennzeichnet, daß das spannungsabhängig seinen
Widerstandswert ändernde Bauelement ein Varistor
(40) ist, dessen Schwellspannung über einer Betriebs-
spannung des Gleichstrommagneten (14) liegt.

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, dadurch 30
gekennzeichnet, daß das spannungsabhängig seinen
Widerstandswert ändernde Bauelement eine Überspan-
nungsdiode (44) ist, deren Zündspannung über einer
Betriebsspannung des Gleichstrommagneten (14) liegt.

8. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 35
bis 4 und 6 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das
spannungsabhängig seinen Widerstandswert ändernde
Bauelement parallel zum Schaltmittel (36) geschaltet
ist.

40

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

Fig. 1

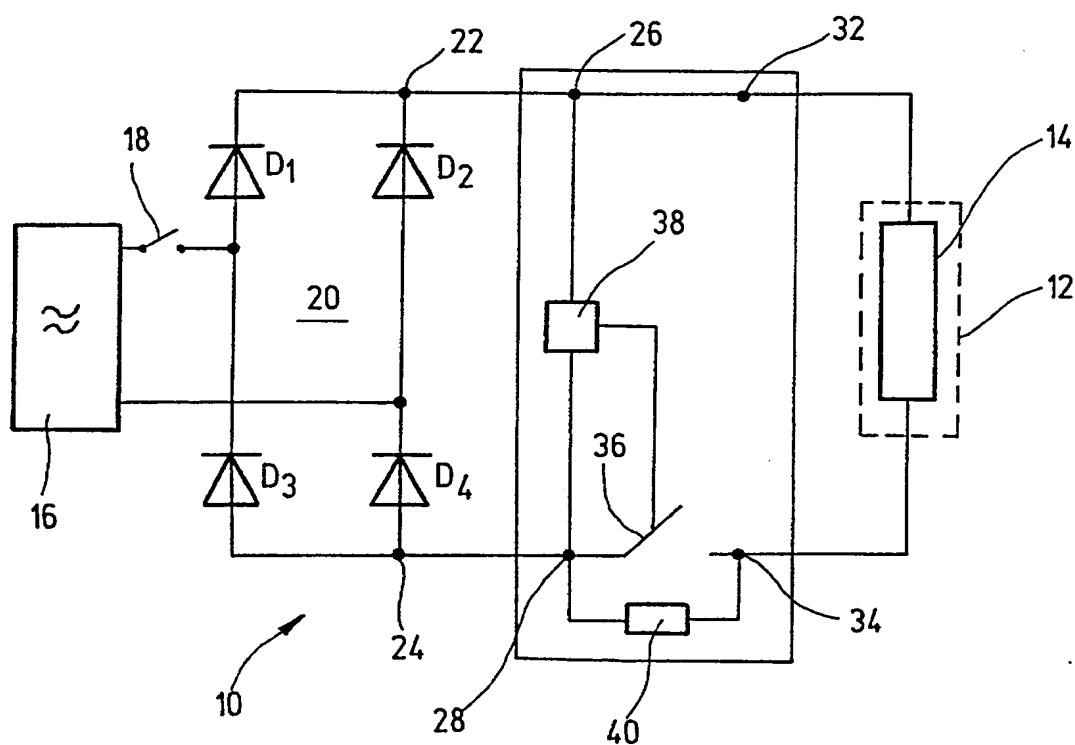
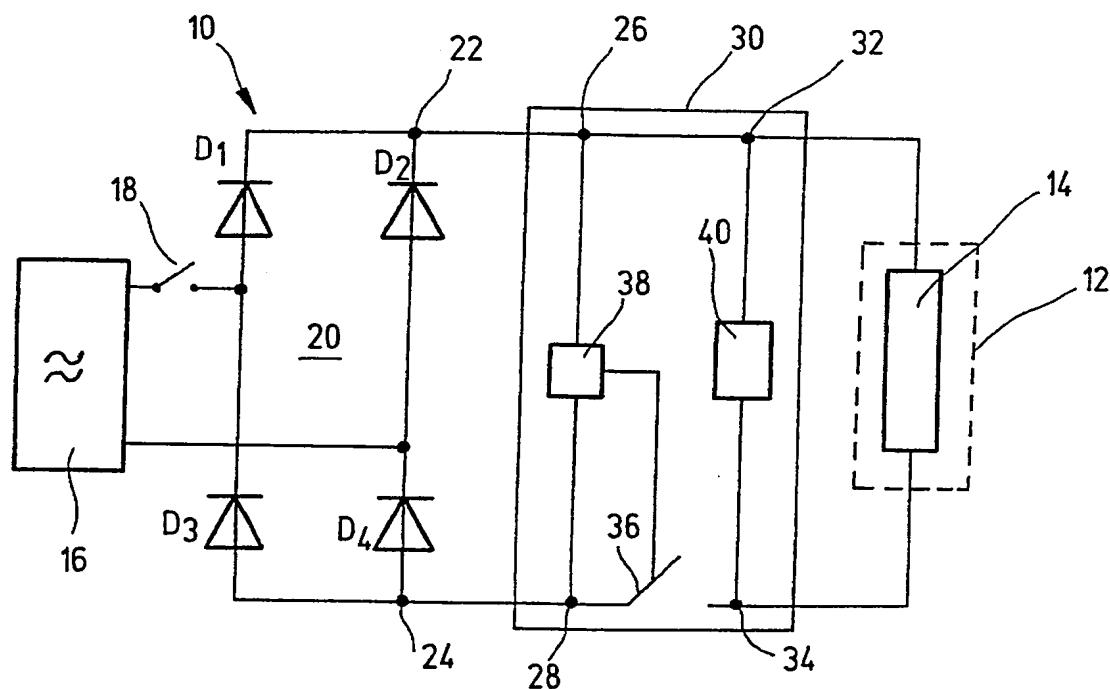


Fig. 2

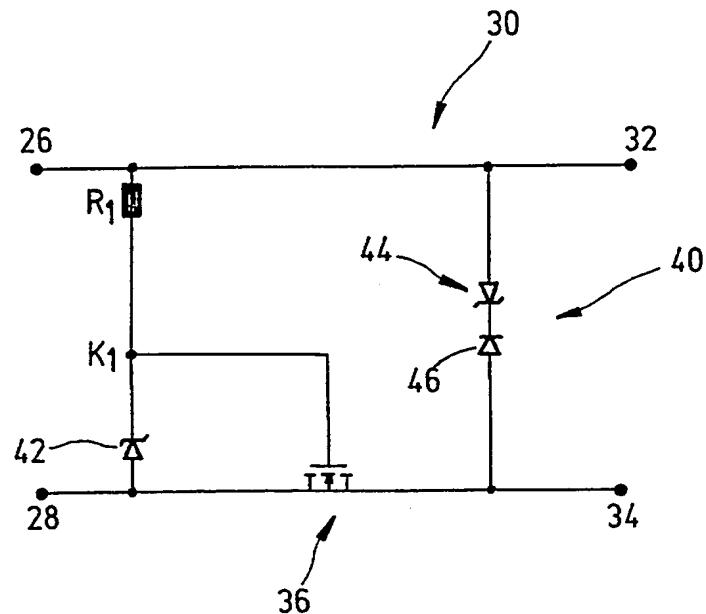


Fig. 3

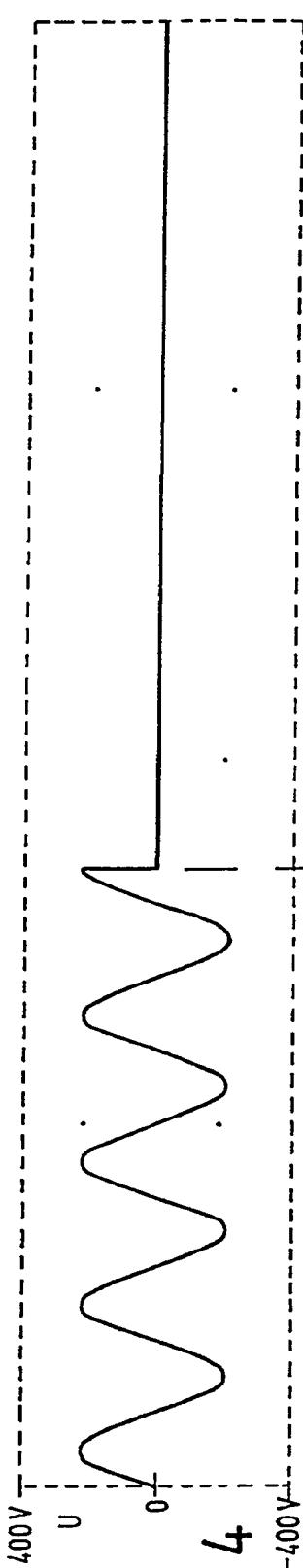


Fig. 4

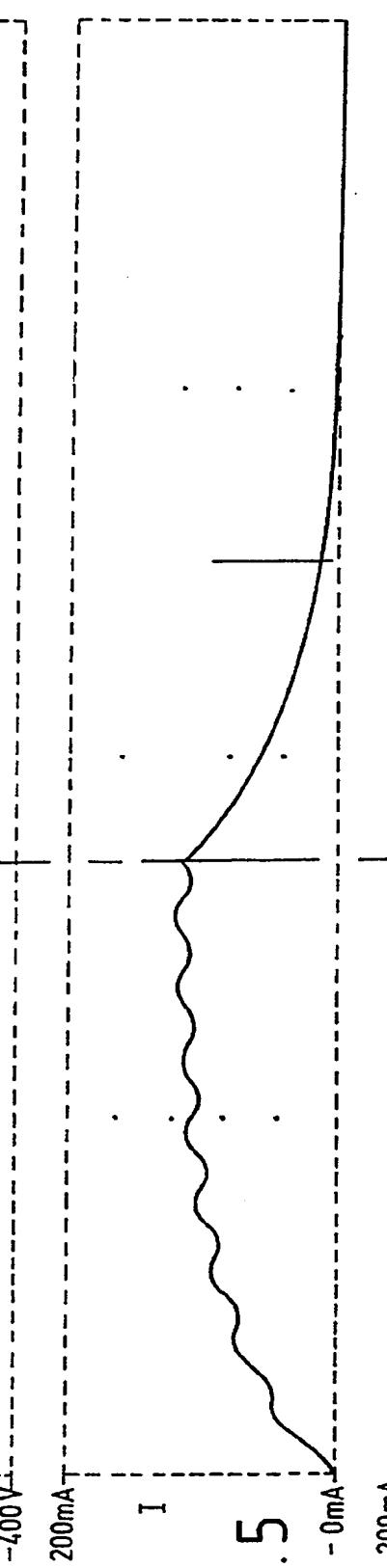


Fig. 5

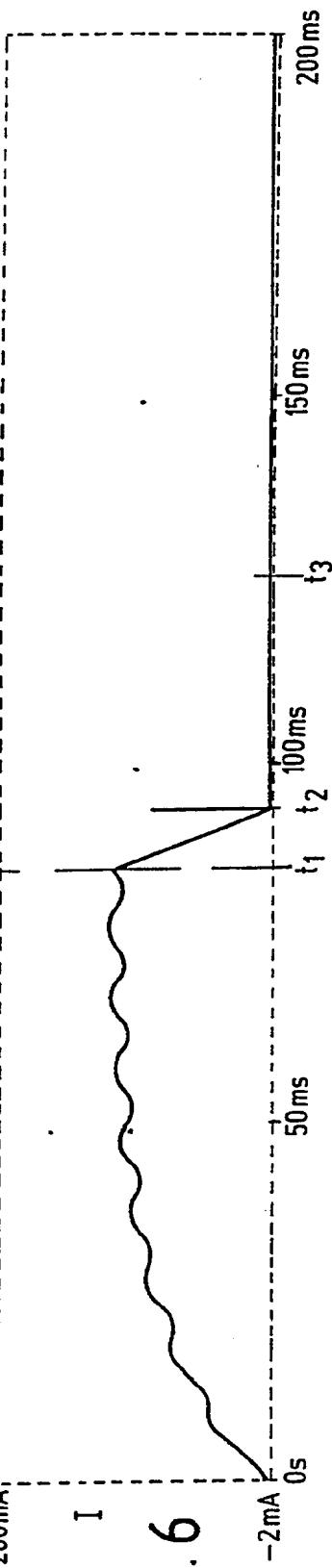


Fig. 6